

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-84368

(P 2 0 0 1 - 8 4 3 6 8 A)

(43) 公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

G06T 5/20

G06F 15/68

400

A 5B057

H04N 5/21

H04N 5/21

B 5C021

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全21頁)

(21) 出願番号 特願平11-261706

(22) 出願日 平成11年9月16日(1999.9.16)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 安藤 一隆

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

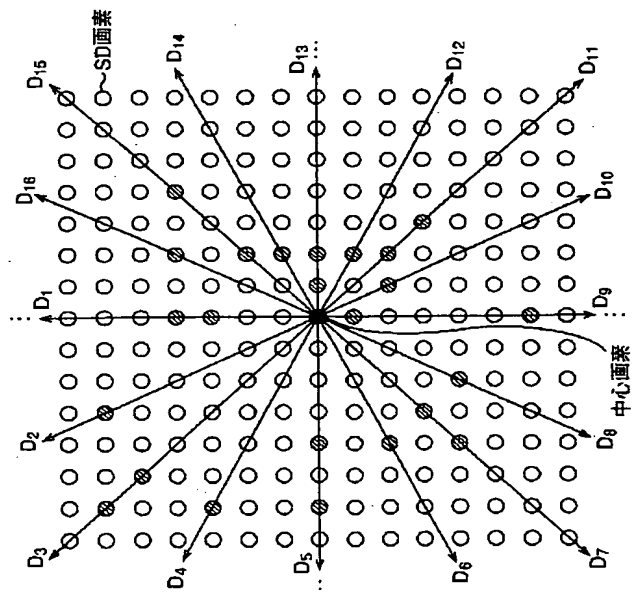
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ処理装置およびデータ処理方法、並びに媒体

(57) 【要約】

【課題】 データの処理性能を向上させる。

【解決手段】 中心画素を始点とする各方向 D_1, D_2, \dots, D_{16} について、その方向にあるSD画素の波形特性(画素値の特性)に基づき、最終的にタップを構成させるSD画素が決定される。即ち、各方向 D_i について、その方向にあるSD画像の波形特性に基づいて、図4に示すように、その方向にあるタップを構成させるSD画素の位置が移動される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力データを処理して、その入力データに対する出力データを予測するデータ処理装置であって、

前記入力データの波形特性に基づいて、前記入力データから抽出する複数のデータを決定する決定手段と、前記決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする前記出力データである注目出力データについて、複数のデータを、前記入力データから抽出する抽出手段と、

前記抽出手段において抽出された複数のデータに基づいて、前記注目出力データの予測値を求める予測手段とを含むことを特徴とするデータ処理装置。

【請求項2】 前記抽出手段において抽出された複数のデータに基づき、前記注目出力データについてクラス分類を行い、対応するクラスコードを出力するクラス分類手段をさらに含み、

前記予測手段は、前記クラスコードに対応する所定の予測係数を用いて、前記注目出力データの予測値を求めることを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項3】 前記予測手段は、前記予測係数を用いて、前記注目出力データを、線形一次予測することを特徴とする請求項2に記載のデータ処理装置。

【請求項4】 前記予測手段は、前記予測係数と、前記抽出手段において抽出された複数のデータとを用いて、前記注目出力データを、線形一次予測することを特徴とする請求項3に記載のデータ処理装置。

【請求項5】 前記クラスコードごとに、前記予測係数を記憶している予測係数記憶手段をさらに含むことを特徴とする請求項2に記載のデータ処理装置。

【請求項6】 前記決定手段は、前記入力データの極値を検出し、その検出結果に基づいて、前記入力データから抽出する複数のデータを決定することを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項7】 前記決定手段は、前記入力データどうしの差分値を演算し、その演算結果に基づいて、前記入力データから抽出する複数のデータを決定することを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項8】 前記決定手段は、前記入力データを近似する関数に対する前記入力データの誤差を演算し、その演算結果に基づいて、前記入力データから抽出する複数のデータを決定することを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項9】 前記入力データおよび出力データは、画像データであることを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項10】 前記抽出手段は、前記入力データとしての画像データから、前記注目出力データとしての画素に対して、空間的または時間的に周辺にある画素を抽出することを特徴とする請求項9に記載のデータ処理装置。

置。

【請求項11】 入力データを処理して、その入力データに対する出力データを予測するデータ処理方法であって、

前記入力データの波形特性に基づいて、前記入力データから抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、前記決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする前記出力データである注目出力データについて、複数のデータを、前記入力データから抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、前記注目出力データの予測値を求める予測ステップとを含むことを特徴とするデータ処理方法。

【請求項12】 入力データを処理して、その入力データに対する出力データを予測するデータ処理を行うためのプログラムを、コンピュータに実行させる媒体であって、

前記入力データの波形特性に基づいて、前記入力データから抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、前記決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする前記出力データである注目出力データについて、複数のデータを、前記入力データから抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、前記注目出力データの予測値を求める予測ステップとを含むことを特徴とするプログラムを、前記コンピュータに実行させる媒体。

【請求項13】 入力データを処理し、その入力データに対する出力データを予測するのに用いる予測係数を学習するデータ処理装置であって、

前記予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成手段と、前記生徒データの波形特性に基づいて、前記生徒データから抽出する複数のデータを決定する決定手段と、前記決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする前記教師データである注目教師データについて、複数のデータを、前記生徒データから抽出する抽出手段と、

前記抽出手段において抽出された複数のデータに基づいて、前記予測係数を求める演算手段とを含むことを特徴とするデータ処理装置。

【請求項14】 前記抽出手段において抽出された複数のデータに基づき、前記注目教師データについてクラス分類を行い、対応するクラスコードを出力するクラス分類手段をさらに含み、

前記演算手段は、前記抽出手段において抽出された複数のデータを用いて、前記クラスコードごとに、前記予測係数を求めるを含むことを特徴とする請求項13に記載のデータ処理装置。

【請求項15】 前記演算手段は、線形一次予測によつ

て、前記教師データが得られるようにするための前記予測係数を求めることを特徴とする請求項 1 3 に記載のデータ処理装置。

【請求項 1 6】 前記演算手段は、前記抽出手段において抽出された複数のデータを用いての線形一次予測によって、前記教師データが得られるようにするための前記予測係数を求めることを特徴とする請求項 1 5 に記載のデータ処理装置。

【請求項 1 7】 前記決定手段は、前記生徒データの極値を検出し、その検出結果に基づいて、前記生徒データから抽出する複数のデータを決定することを特徴とする請求項 1 3 に記載のデータ処理装置。

【請求項 1 8】 前記決定手段は、前記生徒データどうしの差分値を演算し、その演算結果に基づいて、前記生徒データから抽出する複数のデータを決定することを特徴とする請求項 1 3 に記載のデータ処理装置。

【請求項 1 9】 前記決定手段は、前記生徒データを近似する関数に対する前記生徒データの誤差を演算し、その演算結果に基づいて、前記生徒データから抽出する複数のデータを決定することを特徴とする請求項 1 3 に記載のデータ処理装置。

【請求項 2 0】 前記生徒データおよび教師データは、画像データであることを特徴とする請求項 1 3 に記載のデータ処理装置。

【請求項 2 1】 前記抽出手段は、前記生徒データとしての画像データから、前記注目教師データとしての画素に対して、空間的または時間的に周辺にある画素を抽出することを特徴とする請求項 2 0 に記載のデータ処理装置。

【請求項 2 2】 入力データを処理し、その入力データに対する出力データを予測するのに用いる予測係数を学習するデータ処理方法であって、前記予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成ステップと、前記生徒データの波形特性に基づいて、前記生徒データから抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、前記決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする前記教師データである注目教師データについて、複数のデータを、前記生徒データから抽出する抽出ステップと、前記抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、前記予測係数を求める演算ステップとを含むことを特徴とするデータ処理方法。

【請求項 2 3】 入力データを処理し、その入力データに対する出力データを予測するのに用いる予測係数を学習するデータ処理を行うためのプログラムを、コンピュータに実行させる媒体であって、前記予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成ステップと、前記生徒データの波形特性に基づいて、前記生徒データ

から抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、前記決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする前記教師データである注目教師データについて、複数のデータを、前記生徒データから抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、前記予測係数を求める演算ステップとを含むことを特徴とするプログラムを、前記コンピュータに実行させる媒体。

10 【請求項 2 4】 入力データを処理して、その入力データに対する出力データを予測する第 1 の装置と、前記出力データを予測するのに用いる予測係数を学習する第 2 の装置とを備えるデータ処理装置であって、前記第 1 の装置は、

前記入力データの波形特性に基づいて、前記入力データから抽出する複数のデータを決定する第 1 の決定手段と、

20 前記第 1 の決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする前記出力データである注目出力データについて、第 1 の複数のデータを、前記入力データから抽出する第 1 の抽出手段と、

前記第 1 の抽出手段において抽出された第 1 の複数のデータに基づいて、前記注目出力データの予測値を求める予測手段とを含み、

前記第 2 の装置は、前記予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成手段と、

前記生徒データの波形特性に基づいて、前記生徒データから抽出する複数のデータを決定する第 2 の決定手段と、

30 前記第 2 の決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする前記教師データである注目教師データについて、第 2 の複数のデータを、前記生徒データから抽出する第 2 の抽出手段と、

前記第 2 の抽出手段において抽出された複数のデータに基づいて、前記予測係数を求める演算手段とを含むことを特徴とするデータ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

40 【発明の属する技術分野】 本発明は、データ処理装置およびデータ処理方法、並びに媒体に関し、例えば、画像データ等のデータ処理を行う際の、その処理性能を向上させることができるようにするデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに媒体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 本件出願人は、例えば、画像の画質等の向上その他の画像の改善を行うための処理として、クラス分類適応処理を、先に提案している。

50 【 0 0 0 3 】 クラス分類適応処理は、クラス分類処理と適応処理とからなり、クラス分類処理によって、データ

を、その性質に基づいてクラス分けし、各クラスごとに適応処理を施すものであり、適応処理は、以下のような手法のものである。

【0004】即ち、適応処理では、例えば、入力画像（クラス分類適応処理の処理対象の画像）を構成する画素（以下、適宜、入力画素という）と、所定の予測係数との線形結合により、原画像の画素の予測値を求めることで、その入力画像に含まれるノイズを除去した画像や、入力画像に生じているぼけを改善した画像、解像度を向上させた画像等が得られるようになっている。

【0005】具体的には、例えば、いま、原画像（例えば、ノイズを含まない画像や、ぼけのない画像、解像度の高い画像等）を教師データとするとともに、その原画像にノイズを重畳したり、あるいはぼかしを付加した入力画像を生徒データとして、原画像を構成する画素（以下、適宜、原画素という）の画素値 y の予測値 $E[y]$ を、幾つかの入力画素（入力画像を構成する画素）の画素値 x_1, x_2, \dots の集合と、所定の予測係数 w_1, w_2, \dots の線形結合により規定される線形1次結合モデルにより求めることを考える。この場合、予測値 $E[y]$ は、次式で表すことができる。

【0006】

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots \quad (1)$$

式(1)を一般化するために、予測係数 w の集合でなる行列 W 、生徒データの集合でなる行列 X 、および予測値 $E[y]$ の集合でなる行列 Y' を、

【0007】

【数1】

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ W_n \end{bmatrix}, Y' = \begin{bmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \dots \\ E[y_m] \end{bmatrix}$$

で定義すると、次のような観測方程式が成立する。

【0008】

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_i} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_i} + \dots + e_m \frac{\partial e_m}{\partial w_i} = 0 \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

・・・(4)

そこで、まず、式(3)を、予測係数 w_i で微分するこ

$$XW = Y' \quad \dots (2)$$

ここで、行列 X の成分 x_{ij} は、 i 件目の生徒データの集合（ i 件目の教師データ y_i の予測に用いる生徒データの集合）の中の j 番目の生徒データを意味し、行列 W の成分 w_i は、式(1)において、生徒データの集合の中の j 番目の生徒データとの積が演算される予測係数を表す。また、 y_i は、 i 件目の教師データを表し、従って、 $E[y_i]$ は、 i 件目の教師データの予測値を表す。

10 【0009】そして、この観測方程式に最小自乗法を適用して、原画素の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めることを考える。この場合、教師データとなる原画素の真の画素値（真値） y の集合でなる行列 Y 、および原画素の画素値 y に対する予測値 $E[y]$ の残差 e の集合でなる行列 E を、

【0010】

【数2】

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_m \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{bmatrix}$$

で定義すると、式(2)から、次のような残差方程式が成立する。

【0011】

$$XW = Y + E \quad \dots (3)$$

30 この場合、原画素の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるための予測係数 w_i は、自乗誤差

【0012】

【数3】

$$\sum_{i=1}^m e_i^2$$

を最小にすることで求めることができる。

【0013】従って、上述の自乗誤差を予測係数 w_i で

40 微分したものが0になる場合、即ち、次式を満たす予測係数 w_i が、原画素の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるため最適値ということになる。

【0014】

【数4】

とにより、次式が成立する。

【0015】

【数5】

$$\frac{\partial e_i}{\partial w_1} = x_{i1}, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_2} = x_{i2}, \quad \dots, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_n} = x_{in}, \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

・・・ (5)

【0016】

式(4)および(5)より、式(6)が得られる。

【数6】

$$\sum_{i=1}^m e_i x_{i1} = 0, \quad \sum_{i=1}^m e_i x_{i2} = 0, \quad \dots, \quad \sum_{i=1}^m e_i x_{in} = 0$$

・・・ (6)

とができる。

さらに、式(3)の残差方程式における生徒データx、
予測係数w、教師データy、および残差eの関係を考慮
すると、式(6)から、次のような正規方程式を得るこ

【0017】

【数7】

$$\left\{ \begin{array}{l} (\sum_{i=1}^m x_{i1} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^m x_{i1} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^m x_{i1} x_{in}) w_n = (\sum_{i=1}^m x_{i1} y_i) \\ (\sum_{i=1}^m x_{i2} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^m x_{i2} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^m x_{i2} x_{in}) w_n = (\sum_{i=1}^m x_{i2} y_i) \\ \dots \\ (\sum_{i=1}^m x_{in} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^m x_{in} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^m x_{in} x_{in}) w_n = (\sum_{i=1}^m x_{in} y_i) \end{array} \right.$$

・・・ (7)

式(7)の正規方程式を構成する各式は、生徒データx
および教師データyを、ある程度の数だけ用意すること
で、求めるべき予測係数wの数と同じ数だけたてること
ができ、従って、式(7)を解くことで(但し、式

(7)を解くには、式(7)において、予測係数wにか
かる係数で構成される行列が正則である必要がある)、
最適な予測係数wを求めることができる。なお、式

(7)を解くにあたっては、例えば、掃き出し法(Gaus-
s-Jordanの消去法)などを用いることが可能である。

【0018】以上のようにして、最適な予測係数wを求
めておき、さらに、その予測係数wを用い、式(1)に
より、原画素の画素値yに近い予測値E[y]を求める
のが適応処理である。

【0019】なお、適応処理は、入力画像には含まれて
いないが、原画像に含まれる成分が再現される点で、例
えば、単なる補間処理とは異なる。即ち、適応処理で
は、式(1)だけを見る限りは、いわゆる補間フィルタ
を用いての補間処理と同一であるが、その補間フィルタ
のタップ係数に相当する予測係数wが、教師データyを
用いての、いわば学習により求められるため、原画像に
含まれる成分を再現することができる。このことから、
適応処理は、いわば画像の創造(解像度想像)作用があ
る処理ということができ、上述したように、入力画像か
らノイズやぼけを除去した原画像の予測値を求める他、

例えば、低解像度または標準解像度の画像を、高解像度
の画像に変換するような場合にも用いることができる。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、クラ
ス分類適応処理では、各クラスごとに適応処理が施され
るが、その前段で行われるクラス分類では、予測値を求
めようとする原画素(原画素は、学習時以外において
は、実際に存在するわけではないため、ここでは、想定
することになる)に注目し、その注目画素の位置の周辺
にある複数の入力画素が抽出され、その性質(例えば、
その複数の入力画素の画素値のパターンや、画素値の傾
斜等)に基づいて、注目画素がクラス分けされる。そし
て、このクラス分類に用いられる複数の入力画素として
は、注目画素から見て、固定の位置にある入力画素が抽
出される。

【0021】しかしながら、クラス分類適応処理によっ
て、例えば、ぼけのある入力画像を、そのぼけを改善し
た画像に変換する場合等において、その入力画像のぼけ
の度合いに関係なく、注目画素から見て、固定の位置に
ある入力画素を、注目画素のクラス分類に用いたのだ
けは、その注目画素の性質を十分に反映したクラス分けが
困難となることがある。

【0022】即ち、例えば、ぼけ度(ぼけの度合い)の
小さい入力画像を対象にクラス分類適応処理を行う場合
においては、注目画素から見て、比較的近い位置にある

30

40

50

入力画素を用いてクラス分類を行う方が、注目画素の性質を十分に反映したクラス分けを行うことができる。また、ぼけ度の大きい入力画像を対象にクラス分類適応処理を行う場合においては、注目画素から見て、比較的遠い位置にある入力画素を用いてクラス分類を行う方が、その性質を十分に反映したクラス分けを行うことができる。

【0023】さらに、例えば、注目画素の位置の周辺部分の入力画像が平坦なものである場合には、ある程度の変化が見られる入力画像の広い範囲にある入力画素を用いてクラス分類を行う方が、注目画素の性質を十分に反映したクラス分けを行うことができる。

【0024】従って、注目画素から見て、固定の位置にある入力画素を、注目画素のクラス分類に用いたのでは、その注目画素の性質を十分に反映したクラス分けができず、その結果、クラス分類適応処理の処理性能が劣化すること、即ち、クラス分類処理によって、入力画像を十分に改善した画像が得られないことがある。

【0025】また、適応処理でも、注目画素から見て、固定の位置にある入力画素を用いて、式(1)の線形予測式が演算され、注目画素の予測値が求められるが、この場合も、クラス分類における場合と同様に、必要に応じて、注目画素から見て、可変の位置にある入力画素を用いて、式(1)の線形予測式を演算した方が、注目画素に対する予測誤差の小さい予測値が求められることが予想される。

【0026】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、例えば、クラス分類適応処理等の処理性能を向上させることができるようにするものである。

【0027】

【課題を解決するための手段】本発明の第1のデータ処理装置は、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータを決定する決定手段と、決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、複数のデータを、入力データから抽出する抽出手段と、抽出手段において抽出された複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値を求める予測手段とを含むことを特徴とする。

【0028】第1のデータ処理装置には、抽出手段において抽出された複数のデータに基づき、注目出力データについてクラス分類を行い、対応するクラスコードを出力するクラス分類手段をさらに設けることができ、この場合、予測手段には、クラスコードに対応する所定の予測係数を用いて、注目出力データの予測値を求めさせることができる。

【0029】また、予測手段には、予測係数を用いて、注目出力データを、線形一次予測させることができる。さらに、予測手段には、予測係数と、抽出手段において抽出された複数のデータとを用いて、注目出力データ

を、線形一次予測させることができる。

【0030】第1のデータ処理装置には、クラスコードごとに、予測係数を記憶している予測係数記憶手段をさらに設けることができる。

【0031】決定手段には、入力データの極値を検出させ、その検出結果に基づいて、入力データから抽出する複数のデータを決定させることができる。また、決定手段には、入力データどうしの差分値を演算させ、その演算結果に基づいて、入力データから抽出する複数のデータを決定させることができる。さらに、決定手段には、入力データを近似する関数に対する入力データの誤差を演算させ、その演算結果に基づいて、入力データから抽出する複数のデータを決定させることができる。

【0032】入力データおよび出力データは、画像データとすることができる。さらに、この場合、抽出手段には、入力データとしての画像データから、注目出力データとしての画素に対して、空間的または時間的に周辺にある画素を抽出させることができる。

【0033】本発明の第1のデータ処理方法は、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、複数のデータを、入力データから抽出する抽出ステップと、抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値を求める予測ステップとを含むことを特徴とする。

【0034】本発明の第1の媒体がコンピュータに実行させるプログラムは、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、複数のデータを、入力データから抽出する抽出ステップと、抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値を求める予測ステップとを含むことを特徴とする。

【0035】本発明の第2のデータ処理装置は、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成手段と、生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータを決定する決定手段と、決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする教師データである注目教師データについて、複数のデータを、生徒データから抽出する抽出手段と、抽出手段において抽出された複数のデータに基づいて、予測係数を求める演算手段とを含むことを特徴とする。

【0036】第2のデータ処理装置には、抽出手段において抽出された複数のデータに基づき、注目教師データについてクラス分類を行い、対応するクラスコードを出力するクラス分類手段をさらに設けることができ、この

場合、演算手段には、抽出手段において抽出された複数のデータを用いて、クラスコードごとに、予測係数を求めさせることができる。

【0037】演算手段には、線形一次予測によって、教師データが得られるようにするための予測係数を求めさせることができる。また、演算手段には、抽出手段において抽出された複数のデータを用いての線形一次予測によって、教師データが得られるようにするための予測係数を求めさせることができる。

【0038】決定手段には、生徒データの極値を検出させ、その検出結果に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータを決定させることができる。また、決定手段には、生徒データどうしの差分値を演算させ、その演算結果に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータを決定させることができる。さらに、決定手段には、生徒データを近似する関数に対する生徒データの誤差を演算させ、その演算結果に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータを決定させることができる。

【0039】生徒データおよび教師データは、画像データとすることができる。この場合、抽出手段には、生徒データとしての画像データから、注目教師データとしての画素に対して、空間的または時間的に周辺にある画素を抽出させることができる。

【0040】本発明の第2のデータ処理方法は、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成ステップと、生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする教師データである注目教師データについて、複数のデータを、生徒データから抽出する抽出ステップと、抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、予測係数を求める演算ステップとを含むことを特徴とする。

【0041】本発明の第2の媒体がコンピュータに実行させるプログラムは、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成ステップと、生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータを決定する決定ステップと、決定ステップにおける決定にしたがい、予測値を求めようとする教師データである注目教師データについて、複数のデータを、生徒データから抽出する抽出ステップと、抽出ステップにおいて抽出された複数のデータに基づいて、予測係数を求める演算ステップとを含むことを特徴とする。

【0042】本発明の第3のデータ処理装置は、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータを決定する第1の決定手段と、第1の決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、第1の複数のデータを、入力データから抽出する第1の抽出手段と、

第1の抽出手段において抽出された第1の複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値を求める予測手段と、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データを生成する生成手段と、生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータを決定する第2の決定手段と、第2の決定手段における決定にしたがい、予測値を求めようとする教師データである注目教師データについて、第2の複数のデータを、生徒データから抽出する第2の抽出手段と、第2の抽出手段において抽出された複数のデータに基づいて、予測係数を求める演算手段とを含むことを特徴とする。

【0043】本発明の第1のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに媒体においては、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータが決定され、その決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、複数のデータが、入力データから抽出される。そして、その抽出された複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値が求められる。

【0044】本発明の第2のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに媒体においては、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データが生成され、その生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータが決定される。そして、その決定にしたがい、予測値を求めようとする教師データである注目教師データについて、複数のデータが、生徒データから抽出され、その抽出された複数のデータに基づいて、予測係数が求められる。

【0045】本発明の第3のデータ処理装置においては、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータが決定され、その決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、第1の複数のデータが、入力データから抽出される。そして、その抽出された第1の複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値が求められる。一方、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データが生成され、その生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータが決定される。そして、その決定にしたがい、予測値を求めようとする教師データである注目教師データについて、第2の複数のデータが、生徒データから抽出され、その抽出された複数のデータに基づいて、予測係数が求められる。

【0046】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を適用した画像処理装置の一実施の形態の構成例を示している。

【0047】この画像処理装置においては、例えば、解像度の低いSD(Standard Density)画像が、入力画像として入力されると、その入力画像に対して、クラス分類

適応処理が施されることにより、高解像度の画像（HD（High Density）画像）が出力されるようになっている。

【0048】即ち、この画像処理装置は、フレームメモリ1、クラスタップ生成回路2、予測タップ生成回路3、クラス分類回路4、係数RAM(Random Access Memory)5、予測演算回路6、およびタップ決定回路7から構成され、そこには、解像度の改善を行う対象となる入力画像（SD画像）が入力されるようになっている。

【0049】フレームメモリ1は、画像処理装置に入力される入力画像を、例えば、フレーム単位で一時記憶するようになされている。なお、本実施の形態では、フレームメモリ1は、複数フレームの入力画像を、バンク切換によって記憶することができるようになっており、これにより、画像処理装置に入力される入力画像が動画であっても、その処理をリアルタイムで行うことができるようになっている。

【0050】クラスタップ生成回路2は、クラス分類適応処理により、予測値を求めようとする原画素（ここでは、解像度の高いHD画像の画素）を、注目画素として、その注目画素についてのクラス分類に用いる入力画素を、タップ決定回路7からのタップ情報にしたがい、フレームメモリ1に記憶された入力画像から抽出し、これを、クラスタップとして、クラス分類回路4に出力するようになっている。

【0051】予測タップ生成回路3は、予測演算回路6において注目画素の予測値を求めるのに用いる入力画素を、タップ決定回路7からのタップ情報にしたがい、フレームメモリ1に記憶された入力画像から抽出し、これを予測タップとして、予測演算回路6に供給するようになされている。

【0052】クラス分類回路4は、クラスタップ生成回路2からのクラスタップに基づいて、注目画素をクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、係数RAM5に対して、アドレスとして与えるようになされている。即ち、クラス分類回路4は、クラスタップ生成回路2からのクラスタップを、例えば、1ビットADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)処理し、その結果得られるADRCコードを、クラスコードとして、係数RAM5に出力するようになっている。

【0053】ここで、KビットADRC処理においては、例えば、クラスタップを構成する入力画素の画素値の最大値MAXと最小値MINが検出され、 $DR=MAX-MIN$ を、集合の局所的なダイナミックレンジとし、このダイナミックレンジDRに基づいて、クラスタップを構成する入力画素がKビットに再量子化される。即ち、クラスタップを構成する画素の画素値の中から、最小値MINが減算され、その減算値が $DR/2^k$ で除算（量子化）される。従って、クラスタップが、1ビットADRC処理された場合には、そのクラスタップを構成する各入力画素の画素値は1ビットとされることになる。そして、この場合、以上のようにし

て得られる、クラスタップを構成する各画素についての1ビットの画素値を、所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。

【0054】係数RAM5は、後述する学習装置において学習が行われることにより得られるクラスごとの予測係数を記憶しており、クラス分類回路4からクラスコードが供給されると、そのクラスコードに対応するアドレスに記憶されている予測係数を読み出し、予測演算回路6に供給するようになっている。

【0055】予測演算回路6は、係数RAM5から供給される、注目画素のクラスについての予測係数 w 、 w_1 、 \dots と、予測タップ生成回路3からの予測タップ（を構成する各画素の画素値） x_1 、 x_2 、 \dots を用いて、式（1）に示した演算を行うことにより、注目画素 y の予測値 $E[y]$ を求め、これを、解像度を改善した画素の画素値として出力するようになっている。

【0056】タップ決定回路7は、フレームメモリ1に記憶された入力画像の波形特性に基づいて、クラスタップおよび予測タップを構成させる入力画素を決定し、そのクラスタップおよび予測タップを構成させる入力画素に関する情報（以下、適宜、タップ情報という）を、クラスタップ生成回路2および予測タップ生成回路3に供給するようになっている。

【0057】即ち、タップ決定回路7は、例えば、図2に点線で囲んで示すように、注目画素の位置にある入力画素を中心画素（ここでは、例えば、重心の位置にある画素を意味する）として、例えば、横×縦が 5×5 画素でなる正方形のクラスタップおよび予測タップ（以下、適宜、両者をまとめて、単に、タップという）を、クラスタップ生成回路および予測タップ生成回路3に構成させる基本的なタップ（以下、適宜、基本タップという）として想定する。

【0058】ここで、図2において、×印は、HD画像を構成する画素（HD画素）を示しており、○印は、入力画像としてのSD画像を構成する画素（SD画素）を示している。従って、図2では、SD画像は、HD画像の横と縦それぞれの画素数を、 $1/2$ にしたものとなっている。

【0059】タップ決定回路7は、基本タップを想定すると、例えば、図3に示すように、その中心画素を始点として、基本タップの他のSD画素（入力画素）を通る方向を検出する。ここで、基本タップが、上述したように、 5×5 画素で構成されるときは、図3に示したように、中心画素を始点とする16の方向 D_1 乃至 D_{16} が検出されることになる。

【0060】さらに、タップ決定回路7は、各方向 D_i （ここでは、 $i=1, 2, \dots, 16$ ）について、その方向にあるSD画素の波形特性（画素値の特性）に基づいて、最終的にタップを構成させるSD画素を決定する。即ち、各方向 D_i について、その方向にあるSD画

像の波形特性に基づいて、図4に示すように、その方向にあるタップを構成するSD画素の位置が移動される。そして、タップ決定回路7は、その移動の結果、最終的にタップを構成することとなったSD画素の位置に関する情報を、タップ情報として、クラスタップ生成回路2および予測タップ生成回路3に供給する。

【0061】次に、図5のフローチャートを参照して、図1の画像処理装置において行われる、入力画像の解像度を改善する解像度改善処理について説明する。

【0062】フレームメモリ1には、解像度改善処理の対象であるSD画像（動画像）が、入力画像として、フレーム単位で順次供給され、フレームメモリ1では、そのようにフレーム単位で供給される入力画像が順次記憶されていく。

【0063】そして、予測値を求めようとする所定のHD画素が注目画素とされ、ステップS1において、タップ決定回路7は、フレームメモリ1に記憶された入力画像の波形特性に基づいて、注目画素についてのタップを構成させる入力画素を決定し、その入力画素の位置に関するタップ情報を、クラスタップ生成回路2および予測タップ生成回路3に出力する。

【0064】クラスタップ生成回路2または予測タップ生成回路3は、タップ決定回路7からタップ情報を受信すると、ステップS2において、そのタップ情報にしたがい、予測値を求めようとする注目画素についてのクラスタップまたは予測タップを構成させる入力画素を、フレームメモリ1から読み出し、これによりクラスタップまたは予測タップをそれぞれ構成する。このクラスタップまたは予測タップは、クラス分類回路4または予測演算回路6にそれぞれ供給される。

【0065】クラス分類回路4は、クラスタップ生成回路2からクラスタップを受信すると、ステップS3において、そのクラスタップに基づき、注目画素についてクラス分類を行い、その結果得られるクラスコードを、係数RAM5に対して、アドレスとして出力する。係数RAM5は、ステップS4において、クラス分類回路4からのクラスコードに対応するアドレスに記憶されている予測係数を読み出し、予測演算回路6に供給する。

【0066】予測演算回路6では、ステップS5において、予測タップ生成回路3からの予測タップと、係数RAM5からの予測係数とを用いて、式(1)に示した線形予測式の演算が行われることにより、注目画素（HD画素） y の予測値 $E[y]$ が求められ、ステップS6に進む。ステップS6では、予測係数演算回路6が、ステップS5で求めた注目画素 y の予測値 $E[y]$ を、解像度を改善したHD画素として出力し、ステップS7に進む。

【0067】ステップS7では、注目画素のフレームを構成するすべてのHD画素の予測値が求められたかどうか判定され、まだ求められていないと判定された場

合、ステップS1に戻り、まだ予測値の求められていないHD画素を、新たに注目画素として、ステップS1以降の処理が繰り返される。

【0068】また、ステップS7において、注目画素のフレームを構成するすべてのHD画素の予測値が求められたと判定された場合、ステップS8に進み、次に処理すべきHD画像のフレームに対応する入力画像（SD画像）が、フレームメモリ1に記憶されているかどうか判定される。ステップS8において、次に処理すべきHD画像のフレームに対応する入力画像が、フレームメモリ1に記憶されていると判定された場合、その、次に処理すべきHD画像のフレームの所定のHD画素を、新たに注目画素として、ステップS1に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0069】一方、ステップS8において、次に処理すべきHD画像のフレームに対応する入力画像が、フレームメモリ1に記憶されていないと判定された場合、解像度改善処理を終了する。

【0070】次に、図6のフローチャートを参照して、タップ決定回路7で行われる、図5のステップS1におけるタップ決定処理の第1の実施の形態について説明する。

【0071】なお、以下、適宜、クラス分類や、式(1)の線形予測式の演算に用いるSD画素の集合全体の他、その画素1つ1つも、タップという。

【0072】タップ決定回路7では、ステップS1-1において、基本タップが設定される。即ち、ステップS1-1では、図2に点線で囲んで示したように、注目画素の位置にある入力画素を中心画素として、横×縦が 5×5 画素でなるタップが、基本タップとして設定される。

【0073】そして、ステップS1-2に進み、図3に示したように、中心画素を始点として、基本タップの他のSD画素を通る16の方向 D_i 乃至 D_{16} が検出され、ステップS1-3に進む。

【0074】ステップS1-3では、ステップS1-2で検出された16の方向 D_i 乃至 D_{16} を表す変数 i が、例えば1に初期化され、ステップS1-4に進み、各方向 D_i 上の、タップを表す変数 j が、例えば1に初期化され、ステップS1-5に進む。

【0075】ステップS1-5では、方向 D_i 上の、中心画素から j 番目にあるタップ $T_{i,j}$ となっているSD画素（の画素値）が極値となっているかどうか判定される。ステップS1-5において、タップ $T_{i,j}$ となっているSD画素が極値となっていないと判定された場合、ステップS1-6に進み、方向 D_i 上のタップ $T_{i,j}$ と、それより外側（中心画素側ではない方）のタップが、例えば、中心画素から1画素だけ離れた位置に移動される。そして、ステップS1-5に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0076】また、ステップS1-5において、タップ T

11) となっているSD画素が極値となっていると判定された場合、ステップS17に進み、変数jが1だけインクリメントされ、ステップS18に進む。ステップS18では、変数jが、方向D_i上にある、中心画素以外のタップを構成する画素数J_i以下であるかどうか判定される。

【0077】ここで、例えば、図3において、方向D₁、D₂、D₃、・・・、D₁₅についてのJ_iは2であり、方向D₂、D₄、D₆、・・・、D₁₄についてのJ_iは1である。

【0078】ステップS18において、変数jが、方向D_i上にある、中心画素以外のタップを構成する画素数J_i以下であると判定された場合、即ち、方向D_i上にある、中心画素以外のタップを構成するSD画素のすべてが、まだ、極値をとっているものとされていない場合、ステップS15に戻り、その極値でないSD画素の位置にあるタップT_{i,j}を対象に、同様の処理が繰り返される。

【0079】また、ステップS18において、変数jが、方向D_i上にある、中心画素以外のタップを構成する画素数J_i以下でないと判定された場合、即ち、方向D_i上にある、中心画素以外のタップを構成するSD画素のすべてが、極値をとっているものとされた場合、ステップS19に進み、変数iが1だけインクリメントされる。そして、ステップS20に進み、変数iが、ステップS12で検出された方向の総数I（図3の実施の形態では、16）以下であるかどうか判定される。

【0080】ステップS20において、変数iがI以下であると判定された場合、即ち、ステップS12で検出されたすべての方向について、まだ、極値となっているSD画素がタップとされていない場合、ステップS14に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0081】一方、ステップS20において、変数iがI以下でないと判定された場合、即ち、ステップS12で検出されたすべての方向について、極値となっているSD画素がタップとされた場合、ステップS21に進み、いま、タップを構成しているSD画素の位置に関する情報が、タップ情報として、クラスタップ生成回路2および予測タップ生成回路3に出力され、リターンする。

【0082】以上のようなタップ決定処理の第1の実施の形態によれば、クラスタップ生成回路2および予測タップ生成回路3において、例えば、図7に示すようなタップが構成されることになる。

【0083】即ち、図7（後述する図9および図11においても同様）は、図3に示した16の方向のうちの、例えば、方向D₁に注目し、その方向D₁と、それと180度反対の方向D₉にあるSD画素を示している。

【0084】なお、図7（図9および図11においても同様）では、タップを構成する中心画素の位置をnで表

し、さらに、その位置nからm画素（mは正の整数）だけ、D₁の方向にある画素の位置をn-mで表すとともに、位置nからm画素だけ、D₉の方向にある画素の位置をn+mで表している。

【0085】また、図7（図9および図11においても同様）において、×印は、SD画素（の画素値）を示しており、○印は、タップ（となっているSD画素）を示している。

【0086】図7（A）は、基本タップを示しており、従って、中心画素となっているSD画素に対して、方向D₁については、その方向に隣接する2つのSD画素が、また、方向D₉についても、その方向に隣接する2つのSD画素が、タップとなっている。

【0087】図7（B）は、図7（A）の基本タップから、図6のタップ決定処理によって構成されるタップを示しており、中心画素となっているSD画素に対して、方向D₁については、その方向に沿って最初に現れる極大値となっているSD画素と、極小値となっているSD画素がタップとなっており、また、方向D₉についても、その方向に沿って最初に表される極小値となっているSD画素と、極大値となっているSD画素がタップとなっている。

【0088】次に、図8のフローチャートを参照して、タップ決定回路7で行われる、図5のステップS1におけるタップ決定処理の第2の実施の形態について説明する。

【0089】タップ決定回路7では、ステップS31またはS32において、図6のステップS11またはS12における場合とそれぞれ同様の処理が行われ、これにより、基本タップの設定と、中心画素を始点とする、基本タップの他のSD画素を通る16の方向D₁乃至D₁₅の検出が行われる。

【0090】そして、ステップS33に進み、図6のステップS13における場合と同様に、ステップS32で検出された方向を表す変数iが、例えば1に初期化され、ステップS34に進み、方向D_i上にあるタップとなっているSD画素のダイナミックレンジDR_iが演算される。即ち、ステップS34では、方向D_i上にあるタップとなっているSD画素すべて（中心画素を含む）の中から最大値と最小値（最大の画素値と最小の画素値）が検出され、その最大値と最小値との差分が、ダイナミックレンジDR_iとして求められる。

【0091】ダイナミックレンジDR_iの算出後は、ステップS35に進み、そのダイナミックレンジDR_iが、あらかじめ設定された閾値t_hより大であるかどうか判定される。ステップS35において、ダイナミックレンジDR_iが閾値t_h以下であると判定された場合、即ち、方向D_i上にあるタップとなっているSD画素どうしの間に、それほど大きな変化がなく、従って、方向D_i上のタップに、定常性が認められる場合、ステ

ップS36に進み、方向 D_i 上のタップどうしの間隔が、例えば、1画素分だけ広がるように、中心画素を除く、タップを構成するSD画素が変更される。そして、ステップS34に進み、以下、同様の処理が繰り返される。

【0092】また、ステップS35において、ダイナミックレンジ DR_i が閾値 t_h より大であると判定された場合、即ち、方向 D_i 上にあるタップとなっているSD画素どうしの間に、比較的大きな変化があり、従って、方向 D_i 上のタップに、定常性がないと認められる場合、ステップS37に進み、変数 i が1だけインクリメントされる。そして、ステップS38に進み、変数 i が、ステップS32で検出された方向の総数 I 以下であるかどうか判定される。

【0093】ステップS38において、変数 i が I 以下であると判定された場合、即ち、ステップS32で検出されたすべての方向について、まだ、ダイナミックレンジが閾値 t_h より大となるSD画素がタップとされていない場合、ステップS34に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0094】一方、ステップS38において、変数 i が I 以下でないと判定された場合、即ち、ステップS32で検出されたすべての方向について、ダイナミックレンジが閾値 t_h より大となるSD画素がタップとされた場合、ステップS39に進み、いま、タップを構成しているSD画素の位置に関する情報が、タップ情報として、クラスタップ生成回路2および予測タップ生成回路3に出力され、リターンする。

【0095】以上のようなタップ決定処理の第2の実施の形態によれば、クラスタップ生成回路2および予測タップ生成回路3において、例えば、図9に示すようなタップが構成されることになる。

【0096】即ち、図9(A)は、図7(A)と同様に、基本タップを示しており、従って、中心画素となっているSD画素に対して、方向 D_i については、その方向に隣接する2つのSD画素が、また、方向 D_j についても、その方向に隣接する2つのSD画素が、タップとなっている。

【0097】図9(B)は、図9(A)の基本タップから、図8のタップ決定処理によって構成されるタップを示しており、方向 D_i および D_j のいずれについても、そのダイナミックレンジ DR_i および DR_j を閾値 t_h より大とするようなSD画素がタップとなっている。

【0098】なお、図8および図9の実施の形態では、方向 D_i 上にあるタップとなっているSD画素のうちの最大値と最小値との差分であるダイナミックレンジ DR_i が閾値 t_h より大となるように、タップとなるSD画素どうしの間隔を広げるようにしたが、その他、例えば、方向 D_i 上にあるタップとなっているSD画素の隣接するものどうしの差分が閾値 t_h より大となるよう

に、タップとなるSD画素どうしの間隔を広げるようにすること等も可能である。

【0099】次に、図10のフローチャートを参照して、タップ決定回路7で行われる、図5のステップS1におけるタップ決定処理の第3の実施の形態について説明する。

【0100】タップ決定回路7では、ステップS41乃至S43において、図6のステップS11乃至S13における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。これにより、基本タップの設定、中心画素を始点とする、基本タップの他のSD画素を通る16の方向 D_i 乃至 D_{16} の検出、およびその検出された方向を表す変数 i の初期化が行われる。

【0101】そして、ステップS44に進み、方向 D_i 上にある基本タップとなっているSD画素(の画素値)を近似する関数としての、例えば、直線(以下、適宜、近似直線という) L_i が求められ、ステップS45に進む。ステップS45では、方向 D_i 上のタップとなっているSD画素(中心画素を含む)それぞれの、近似直線 L_i に対する誤差(例えば、自乗誤差)が求められ、さらに、その誤差の積算値が求められる。そして、ステップS46に進み、その誤差の積算値が、所定の閾値より大であるかどうか判定される。

【0102】ステップS46において、誤差の積算値が所定の閾値より大でないと判定された場合、即ち、方向 D_i 上にあるタップとなっているSD画素どうしの間に、それほど大きな変化がなく、定常性が認められる場合、ステップS47に進み、方向 D_i 上の、中心画素以外のタップすべてが、その方向 D_i に沿って(外側に)、例えば、1画素分だけ移動される。そして、ステップS45に進み、以下、同様の処理が繰り返される。

【0103】また、ステップS46において、誤差の積算値が所定の閾値より大であると判定された場合、即ち、方向 D_i 上にあるタップとなっているSD画素どうしの間に、比較的大きな変化があり、定常性が認められない場合、ステップS48に進み、変数 i が1だけインクリメントされる。そして、ステップS49に進み、変数 i が、ステップS42で検出された方向の総数 I 以下であるかどうか判定される。

【0104】ステップS49において、変数 i が I 以下であると判定された場合、即ち、ステップS42で検出されたすべての方向について、まだ、誤差の積算値が所定の閾値より大となるSD画素がタップとされていない場合、ステップS44に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0105】一方、ステップS49において、変数 i が I 以下でないと判定された場合、即ち、ステップS42で検出されたすべての方向について、誤差の積算値が所定の閾値より大となるSD画素がタップとされた場合、ステップS50に進み、いまタップを構成しているSD

画素の位置に関する情報が、タップ情報として、クラスタップ生成回路 2 および予測タップ生成回路 3 に出力され、リターンする。

【0106】以上のようなタップ決定処理の第 3 の実施の形態によれば、クラスタップ生成回路 2 および予測タップ生成回路 3 において、例えば、図 11 に示すようなタップが構成されることになる。

【0107】即ち、図 11 (A) は、図 7 (A) と同様に、基本タップを示しており、従って、中心画素となっている SD 画素に対して、方向 D_1 については、その方向に隣接する 2 つの SD 画素が、また、方向 D_2 についても、その方向に隣接する 2 つの SD 画素が、タップとなっている。

【0108】図 11 (B) は、図 11 (A) の基本タップから、図 10 のタップ決定処理によって構成されるタップを示しており、方向 D_1 および D_2 のいずれについても、その近似直線 L_1 および L_2 に対する誤差の積算値を所定の閾値より大とするような SD 画素がタップとなっている。

【0109】なお、図 10 および図 11 の実施の形態では、方向 D_1 上にある、基本タップとなっている SD 画素を近似する直線 L_1 に対する、タップを構成する SD 画素の誤差の積算値に基づいて、タップを構成させる SD 画素を決定するようにしたが、その他、例えば、誤差の分散等に基づいて、タップを構成させる SD 画素を決定するようにすることも可能である。

【0110】また、図 10 の実施の形態では、ステップ S 47 において、方向 D_1 上の、中心画素以外のタップすべてを、その方向 D_1 に沿って、例えば、1 画素分だけ移動するようにしたが、ステップ S 47 では、その他、例えば、方向 D_1 上のタップどうしの間隔を、例えば 1 画素分広げるように、タップを移動するようにしても良い。

【0111】さらに、図 10 および図 11 の実施の形態では、方向 D_1 上にある、基本タップとなっている SD 画素を近似する関数として、直線を求め、その直線に対する誤差に基づいて、タップを決定するようにしたが、その他、例えば、2 以上の方向にある、基本タップとなっている SD 画素を近似する関数である平面や曲面を求め、その平面や曲面に対する誤差に基づいて、タップを決定するようにすることも可能である。

【0112】次に、図 12 は、図 1 の係数 RAM 5 に記憶させるクラスごとの予測係数を求める学習装置の一実施の形態の構成例を示している。

【0113】フレームメモリ 61 には、教師データ y となる原画像（ここでは、解像度の高い HD 画像）が、例えば、フレーム単位で供給されるようになっており、フレームメモリ 61 は、その原画像を、一時記憶するようになっている。間引き回路 62 は、フレームメモリ 61 に記憶された、予測係数の学習において教師データ y と

なる原画像を読み出し、その原画像を構成する画素数を間引くことにより、生徒データとしての、解像度の低い SD 画像を生成するようになっている。印 3、間引き回路 62 は、例えば、図 2 に \times 印で示した HD 画像の、横と縦の画素数を、それぞれ $1/2$ に間引くことにより、同じく図 2 に \circ 印で示す SD 画素を生成するようになっている。この SD 画像は、フレームメモリ 63 に供給されるようになっている。

【0114】フレームメモリ 63 は、間引き回路 62 からの SD 画像を一時記憶するようになっている。なお、フレームメモリ 61 および 63 は、図 1 のフレームメモリ 1 と同様に構成されている。

【0115】クラスタップ生成回路 64 または予測タップ生成回路 65 は、フレームメモリ 63 に記憶された SD 画像を構成する SD 画素を用い、図 1 のクラスタップ生成回路 2 または予測タップ生成回路 3 と同様に、タップ決定回路 72 からのタップ情報にしたがって、注目画素となっている教師データについて、クラスタップまたは予測タップを構成し、クラス分類回路 66 または加算回路 67 にそれぞれ供給するようになっている。なお、予測タップは、加算回路 67 にも供給されるようになっている。

【0116】クラス分類回路 66 は、図 1 のクラス分類回路 4 と同様に構成され、クラスタップ生成回路 64 からのクラスタップに基づいて、注目画素をクラス分類し、対応するクラスコードを、予測タップメモリ 68 および教師データメモリ 70 に対して、アドレスとして与えるようになっている。

【0117】加算回路 67 は、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応するアドレスの記憶値を、予測タップメモリ 68 から読み出し、その記憶値と、予測タップ生成回路 65 からの予測タップを構成する SD 画素（の画素値）とを加算することで、式 (7) の正規方程式の左辺における、予測係数 w の乗数となっているサメーション (Σ) に相当する演算を行う。そして、加算回路 67 は、その演算結果を、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応するアドレスに、上書きする形で記憶させるようになっている。

【0118】予測タップメモリ 68 は、クラス分類回路 66 が出力するクラスに対応するアドレスの記憶値を読み出し、加算回路 67 に供給するとともに、そのアドレスに、加算回路 67 の出力値を記憶するようになっている。

【0119】加算回路 69 は、フレームメモリ 61 に記憶された原画像を構成する原画素のうちの、注目画素を、教師データ y として読み出すとともに、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応するアドレスの記憶値を、教師データメモリ 70 から読み出し、その記憶値と、フレームメモリ 61 から読み出した教師データ（原画素） y とを加算することで、式 (7) の正規方程

10

20

30

40

50

式の右辺におけるサメーション (Σ) に相当する演算を行う。そして、加算回路 69 は、その演算結果を、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応するアドレスに、上書きする形で記憶させるようになっている。

【0120】なお、加算回路 67 および 69 では、式 (7) における乗算も行われる。即ち、加算器 67 では、予測タップを構成する SD 画素 x とうしの乗算も行われ、また、加算器 69 では、予測タップを構成する SD 画素 x と、教師データ y との乗算も行われる。従って、加算器 69 では、予測タップを構成する SD 画素 x が必要となるが、これは、上述のように、予測タップ生成回路 65 から供給されるようになっている。

【0121】教師データメモリ 70 は、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応するアドレスの記憶値を読み出し、加算回路 69 に供給するとともに、そのアドレスに、加算回路 69 の出力値を記憶するようになっている。

【0122】演算回路 71 は、予測タップメモリ 68 または教師データメモリ 70 それぞれから、各クラスコードに対応するアドレスに記憶されている記憶値を順次読み出し、式 (7) に示した正規方程式をたてて、これを解くことにより、クラスごとの予測係数を求めるようになっている。即ち、演算回路 71 は、予測タップメモリ 68 または教師データメモリ 70 それぞれの、各クラスコードに対応するアドレスに記憶されている記憶値から、式 (7) の正規方程式をたて、これを解くことにより、クラスごとの予測係数を求めるようになっている。

【0123】タップ決定回路 72 は、図 1 のタップ決定回路 7 と同様のタップ決定処理を行うことで、クラスタップ生成回路 64 および予測タップ生成回路 65 に生成させるタップに関するタップ情報を決定し、クラスタップ生成回路 64 および予測タップ生成回路 65 に供給するようになっている。

【0124】次に、図 13 のフローチャートを参照して、図 12 の学習装置において行われる、クラスごとの予測係数を求める学習処理について説明する。

【0125】学習装置には、教師データとなる原画像（動画像）としての HD 画像が、フレーム単位で供給されるようになっており、その HD 画像は、フレームメモリ 61 において順次記憶されていく。そして、フレームメモリ 61 に記憶された原画像としての HD 画像は、ステップ S61 において、間引き回路 62 に供給され、そこで、SD 画像とされる。この SD 画像は、生徒データとして、間引き回路 62 からフレームメモリ 63 に供給されて記憶される。

【0126】そして、タップ決定回路 72 は、フレームメモリ 63 に記憶された SD 画像のフレームに対応する HD 画像のフレームの所定の HD 画素を注目画素とし、ステップ S62 において、図 1 のタップ決定回路 7 における場合と同様にして、その注目画素についてのタップ

を構成させる SD 画素を決定し、その SD 画素に関するタップ情報を、クラスタップ生成回路 64 および予測タップ生成回路 65 に出力する。

【0127】クラスタップ生成回路 64 または予測タップ生成回路 65 では、ステップ S63 において、タップ決定回路 72 からのタップ情報にしたがい、注目画素についてのクラスタップまたは予測タップを構成させる SD 画素が、フレームメモリ 63 から読み出され、クラスタップまたは予測タップがそれぞれ構成される。そして、クラスタップは、クラス分類回路 66 に供給され、予測タップは、加算回路 67 および 69 に供給される。

【0128】クラス分類回路 66 では、ステップ S64 において、図 1 のクラス分類回路 4 における場合と同様にして、クラスタップ生成回路 64 からのクラスタップを用いて、注目画素がクラス分類され、そのクラス分類結果としてのクラスコードが、予測タップメモリ 68 および教師データメモリ 70 に対して、アドレスとして与えられる。

【0129】そして、ステップ S65 に進み、予測タップ（生徒データ）、教師データの足し込みが行われる。

【0130】即ち、ステップ S65 では、予測タップメモリ 68 は、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応するアドレスの記憶値を読み出し、加算回路 67 に供給する。加算回路 67 は、予測タップメモリ 68 から供給される記憶値と、予測タップ生成回路 65 から供給される予測タップを構成する SD 画素とを用いて、式 (7) の正規方程式の左辺における、予測係数の乗数となっているサメーション (Σ) に相当する演算を行う。そして、加算回路 67 は、その演算結果を、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応する、予測タップメモリ 68 のアドレスに、上書きする形で記憶させる。

【0131】さらに、ステップ S65 では、教師データメモリ 70 は、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応するアドレスの記憶値を読み出し、加算回路 69 に供給する。加算回路 69 は、フレームメモリ 61 から、注目画素を読み出し、その読み出した注目画素となっている HD 画素、予測タップ、および教師データメモリ 70 から供給された記憶値を用いて、式 (7) の正規方程式の右辺におけるサメーション (Σ) に相当する演算を行う。そして、加算回路 69 は、その演算結果を、クラス分類回路 66 が出力するクラスコードに対応する、教師データメモリ 70 のアドレスに、上書きする形で記憶させる。

【0132】その後、ステップ S66 に進み、注目画素のフレームを構成するすべての HD 画素を、注目画素として処理を行ったか否かが判定され、まだ行っていないと判定された場合、ステップ S62 に戻り、まだ注目画素としていない HD 画素を、新たに注目画素として、以下、同様の処理が繰り返される。

10

20

30

40

50

【0133】また、ステップS6.6において、注目画素のフレームを構成するすべてのHD画素を、注目画素として処理を行ったと判定された場合、ステップS6.7に進み、次に処理すべきHD画像のフレームが、フレームメモリ61に記憶されているかどうか判定される。ステップS6.7において、次に処理すべきHD画像のフレームが、フレームメモリ61に記憶されていると判定された場合、ステップS6.1に戻り、その、次に処理すべきHD画像のフレームを対象に、同様の処理が繰り返される。

【0134】また、ステップS6.7において、次に処理すべきHD画像のフレームが、フレームメモリ61に記憶されていないと判定された場合、即ち、あらかじめ学習用に用意しておいたすべてのHD画像を用いて処理を行った場合、ステップS6.8に進み、演算回路71は、予測タップメモリ68または教師データメモリ70それぞれから、各クラスコードに対応するアドレスに記憶されている記憶値を順次読み出し、式(7)に示した正規方程式をたてて、これを解くことにより、クラスごとの予測係数を求める。さらに、演算回路71は、ステップS6.9において、その求めたクラスごとの予測係数を出力して、学習処理を終了する。

【0135】なお、以上のような予測係数の学習処理において、予測係数を求めるのに必要な数の正規方程式が得られないクラスが生じる場合があり得るが、そのようなクラスについては、例えば、デフォルトの予測係数を出力するようにすること等が可能である。

【0136】以上のように、タップを構成するSD画素の波形特性に基づいて、そのタップを構成させるSD画素を決定するようにしたので、例えば、注目画素の性質を十分に反映したクラス分けを行うためのクラスタップや、予測値の予測誤差を小さくする予測タップの構成が可能となり、その結果、クラス分類適応処理の処理性能を向上させることができる。

【0137】次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアとしての画素処理装置や学習装置に組み込まれているコンピュータ、または各種のプログラムをインストールすることで各種の処理を行う汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【0138】そこで、図14を参照して、上述した一連の処理を実行するプログラムをコンピュータにインストールし、コンピュータによって実行可能な状態とするために用いられる媒体について説明する。

【0139】プログラムは、図14(A)に示すように、コンピュータ101に内蔵されている記録媒体としてのハードディスク102や半導体メモリ103に予めインストールした状態でユーザに提供することができ

る。

【0140】あるいはまた、プログラムは、図14(B)に示すように、フロッピーディスク111、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)112、MO(Magneto optical)ディスク113、DVD(Digital Versatile Disc)114、磁気ディスク115、半導体メモリ116などの記録媒体に、一時的あるいは永続的に格納し、パッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0141】さらに、プログラムは、図14(C)に示すように、ダウンロードサイト121から、デジタル衛星放送用の人工衛星122を介して、コンピュータ101に無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワーク131を介して、コンピュータ123に有線で転送し、コンピュータ101において、内蔵するハードディスク102などに格納させるようにすることができる。

【0142】本明細書における媒体とは、これら全ての媒体を含む広義の概念を意味するものである。

【0143】また、本明細書において、媒体により提供されるプログラムを記述するステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理(例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理)も含むものである。

【0144】次に、図15は、図14のコンピュータ101の構成例を示している。

【0145】コンピュータ101は、図15に示すように、CPU(Central Processing Unit)142を内蔵している。CPU142には、バス141を介して、入出力インタフェース145が接続されており、CPU142は、入出力インタフェース145を介して、ユーザによって、キーボードやマウス等で構成される入力部147が操作されることにより指令が入力されると、それにしたがって、図14(A)の半導体メモリ103に対応するROM(Read Only Memory)143に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU142は、ハードディスク102に格納されているプログラム、衛星122若しくはネットワーク131から転送され、通信部148で受信されてハードディスク102にインストールされたプログラム、またはドライブ149に装着されたフロッピーディスク111、CD-ROM112、MOディスク113、DVD114、若しくは磁気ディスク115から読み出されてハードディスク102にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)144にロードして実行する。そして、CPU142は、その処理結果を、例えば、入出力インタフェース145を介して、LCD(Liquid Crystal Display)等で構成される表示部146に、必要に応じて出力する。

【0146】なお、クラス分類適用処理は、教師データと生徒データとを用いて、クラスごとに予測係数を求め

る学習を行い、その予測係数と入力データとを用いた線形一次予測により、入力データから、教師データの予測値を求めるものであるから、学習に用いる教師データおよび生徒データによって、所望の予測値を求めるための予測係数を得ることが可能となる。即ち、例えば、教師データとして、ぼけのない画像を用いるとともに、生徒データとして、その画像にぼけを付加した画像を用いることで、ぼけを改善する予測係数を得ることができる。また、例えば、教師データとして、ノイズを含まない画像を用いるとともに、生徒データとして、その画像にノイズを付加した画像を用いることで、ノイズの除去を行う予測係数を得ることができる。従って、本発明は、上述したような解像度を向上させる場合の他、ノイズを除去する場合や、ぼけを改善する場合、その他、例えば波形等化を行う場合等に適用可能である。

【0147】また、本実施の形態では、動画像を、クラス分類適用処理の対象としたが、動画像の他、静止画、さらには、音声や、記録媒体から再生された信号（RF(RadioFrequency)信号）等を対象とすることも可能である。

【0148】さらに、本実施の形態では、クラスタップおよび予測タップは、同一のタップ情報にしたがって構成されることから、同一の画素で構成されることになるが、クラスタップと予測タップとは、異なる構成とすること、即ち、異なるタップ情報にしたがって構成することも可能である。

【0149】また、本実施の形態では、クラスタップおよび予測タップのいずれも、タップ情報にしたがい、注目画素から見て可変の位置のSD画素で構成するようにしたが、クラスタップまたは予測タップのうちのいずれか一方は、注目画素から見て固定の位置のSD画素で構成することが可能である。

【0150】さらに、本実施の形態では、タップを構成しているSD画素が極値かどうかや、そのダイナミックレンジ、近似直線等に対する誤差に基づいて、タップを構成させるSD画素を決定するようにしたが、それら以外の、タップを構成しているSD画素の波形上の特徴（波形特性）に基づいて、タップを構成させるSD画素を決定することが可能である。

【0151】また、本実施の形態では、中心画素を始点とする各方向ごとに、タップを構成させるSD画素を決定するようにしたが、タップを構成させる画素は、必ずしも、そのような方向ごとに決定する必要はない。

【0152】さらに、本実施の形態では、画像処理装置と、その画像処理装置で用いるクラスごとの予測係数を学習する学習装置とを、別々の装置として構成するようにしたが、これらの画像処理装置と学習装置とは一体的に構成することも可能である。そして、この場合、学習装置には、リアルタイムで学習を行わせ、画像処理装置で用いる予測係数を、リアルタイムで更新させるように

することが可能である。

【0153】また、本実施の形態では、係数RAM 5に、あらかじめクラスごとの予測係数を記憶させておくようにしたが、この予測係数は、例えば、入力画像（SD画像）とともに、画像処理装置に供給するようにすることも可能である。

【0154】さらに、クラスタップおよび予測タップは、空間方向および時間方向のいずれの方向にある画素を用いて構成することも可能である。

【0155】なお、学習処理では、上述したように、予測タップを用いて、式（7）のサメーション（Σ）に相当する足し込みが行われるが、注目画素から見て異なる位置のSD画素で構成される予測タップを用いた足し込みは、それらの予測タップの、対応する画素どうしを対象に行われる。

【0156】即ち、図3に示したように、基本タップを、中心画素を中心とする5×5画素の25画素で構成するとすると、本実施の形態では、図3に示した16の方向D₁乃至D₁₅それぞれの上にある任意の画素で、予測タップが構成される。従って、ある予測タップと、他の予測タップとは、中心画素から見て異なる位置にある画素で構成されるが、この場合、例えば、ある予測タップにおいて、方向D₁の、中心画素から1番目にあるタップとしての画素は、他の予測タップにおいて、方向D₁の、中心画素から1番目にあるタップとしての画素と足し込まれる。

【0157】さらに、クラス分類も、同様の観点から行われる。即ち、例えば、あるクラスタップを構成する各方向のタップとしての各画素（の画素値）が、他のクラスタップを構成する、対応する方向の、中心画素から対応する順番にあるタップとしての画素それぞれに等しい場合は、その2つのクラスタップそれぞれを用いたクラス分類結果は、同一になる（同一のクラスにクラス分類される）。

【0158】

【発明の効果】以上の如く、本発明の第1のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに媒体によれば、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータが決定され、その決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、複数のデータが、入力データから抽出される。そして、その抽出された複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値が求められる。従って、注目出力データに近い予測値を求めることが可能となる。

【0159】本発明の第2のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに媒体によれば、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データが生成され、その生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータが決定される。そして、その決定にしたがい、予測値を求めようとする教師

データである注目教師データについて、複数のデータが、生徒データから抽出され、その抽出された複数のデータに基づいて、予測係数が求められる。従って、教師データに近い予測値を求めることが可能な予測係数を得ることが可能となる。

【0160】本発明の第3のデータ処理装置によれば、入力データの波形特性に基づいて、入力データから抽出する複数のデータが決定され、その決定にしたがい、予測値を求めようとする出力データである注目出力データについて、第1の複数のデータが、入力データから抽出される。そして、その抽出された第1の複数のデータに基づいて、注目出力データの予測値が求められる。一方、予測係数の学習のための教師となる教師データから、生徒となる生徒データが生成され、その生徒データの波形特性に基づいて、生徒データから抽出する複数のデータが決定される。そして、その決定にしたがい、予測値を求めようとする教師データである注目教師データについて、第2の複数のデータが、生徒データから抽出され、その抽出された複数のデータに基づいて、予測係数が求められる。従って、その予測係数を用いること

で、注目出力データに近い予測値を求めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した画像処理装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】基本タップを示す図である。

【図3】図1のタップ決定回路7の処理を説明するための図である。

【図4】図1のタップ決定回路7の処理を説明するための図である。

【図5】図1の画像処理装置による解像度改善処理を説明するためのフローチャートである。

【図6】図5のステップS1における第1のタップ決定処理を説明するためのフローチャートである。

【図7】図5のステップS1における第1のタップ決定処理を説明するための図である。

【図8】図5のステップS1における第2のタップ決定処理を説明するためのフローチャートである。

【図9】図5のステップS1における第2のタップ決定処理を説明するための図である。

【図10】図5のステップS1における第3のタップ決定処理を説明するためのフローチャートである。

【図11】図5のステップS1における第3のタップ決定処理を説明するための図である。

【図12】本発明を適用した学習装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図13】図12の学習装置による学習処理を説明するためのフローチャートである。

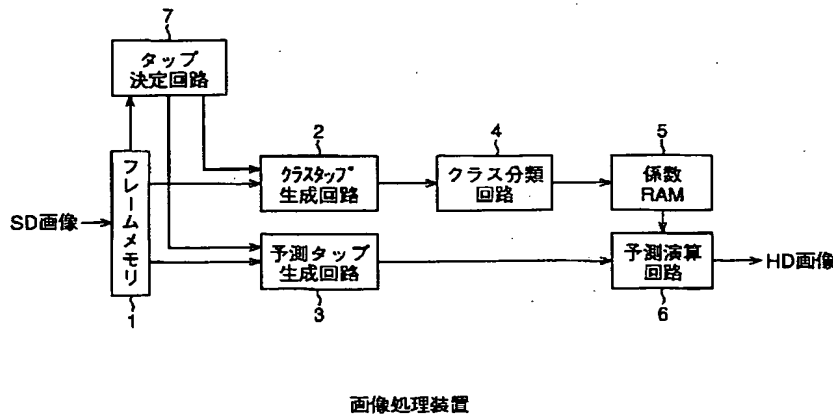
【図14】本発明を適用した媒体を説明するための図である。

【図15】図14のコンピュータ101の構成例を示すブロック図である。

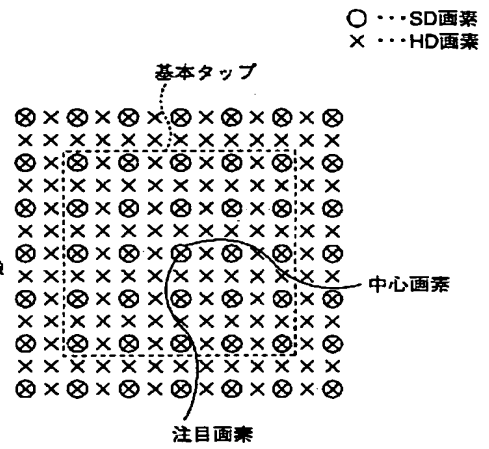
【符号の説明】

- 1 フレームメモリ, 2 クラスタップ生成回路,
- 3 予測タップ生成回路, 4 クラス分類回路, 5
- 係数RAM, 6 予測演算回路, 7 タップ決定回路,
- 61 フレームメモリ, 62 間引き回路,
- 63 フレームメモリ, 64 クラスタップ生成回路,
- 65 予測タップ生成回路, 66 クラス分類回路,
- 67 加算回路, 68 予測タップメモリ,
- 69 加算回路, 70 教師データメモリ, 71
- 演算回路, 72 タップ決定回路, 101 コンピュータ,
- 102 ハードディスク, 103 半導体メモリ, 111 フロッピーディスク, 112 CD-ROM,
- 113 MOディスク, 114 DVD, 11
- 5 磁気ディスク, 116 半導体メモリ, 121
- ダウンロードサイト, 122 衛星, 131 ネットワーク,
- 141 バス, 142 CPU, 143 ROM, 144 RAM, 145 入出力インタフェース,
- 146 表示部, 147 入力部, 148 通信部, 149 ドライブ

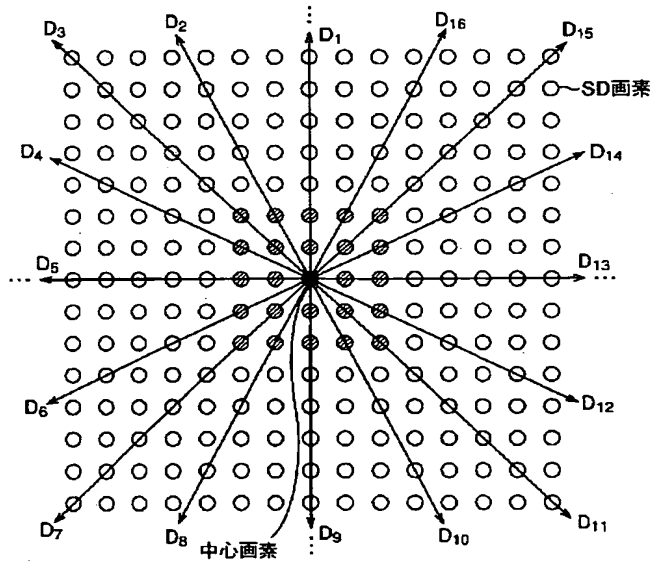
【図 1】



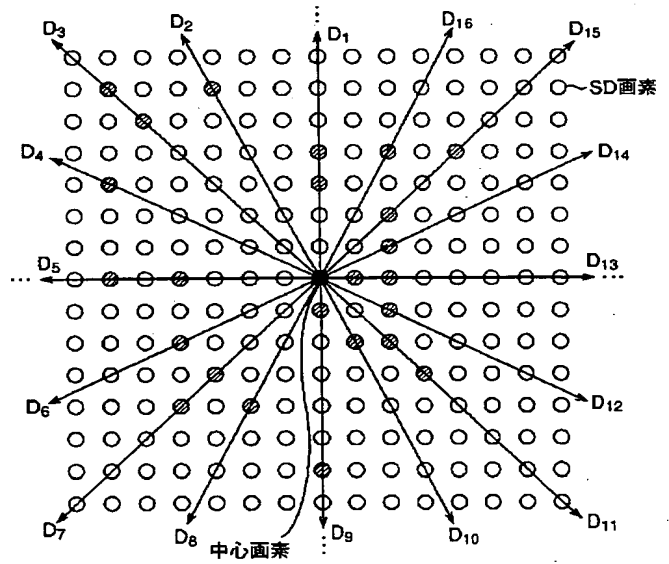
【図 2】



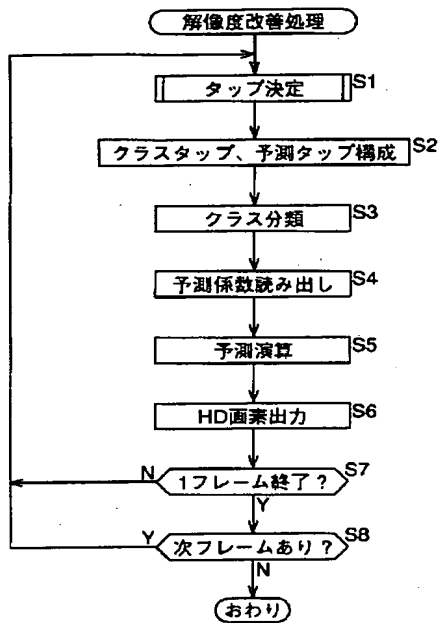
【図 3】



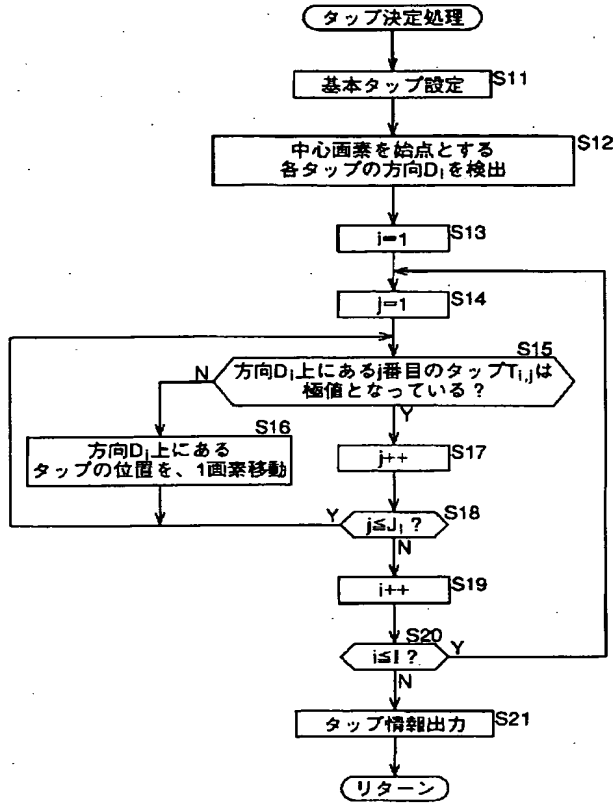
【図 4】



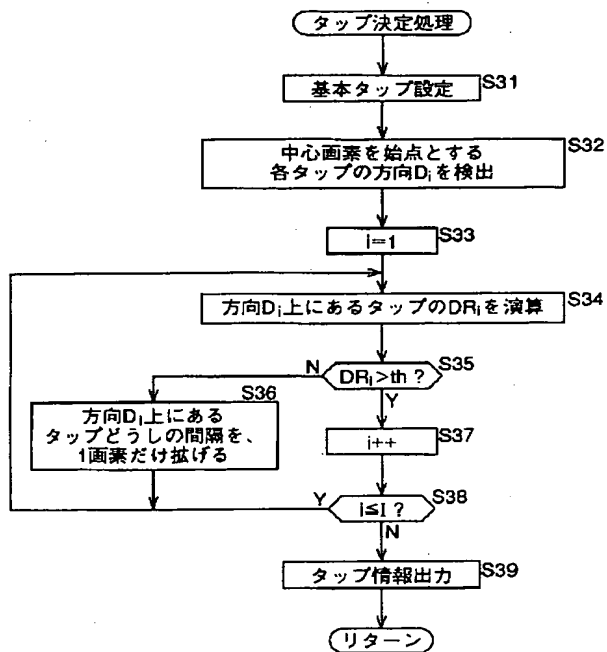
【図 5】



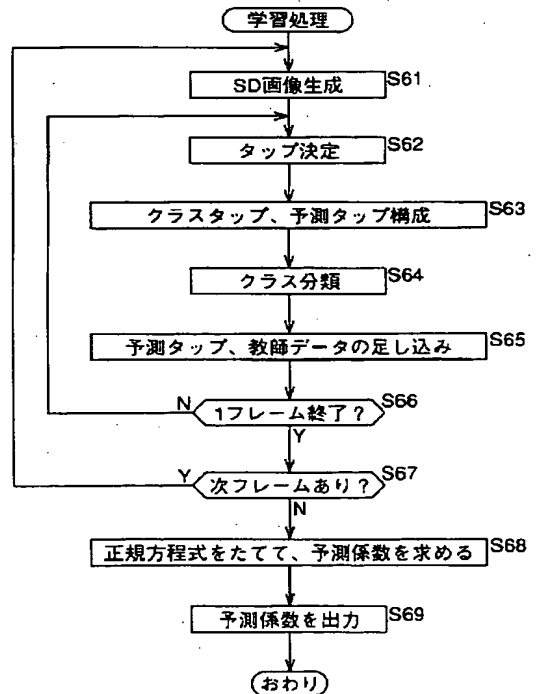
【図 6】



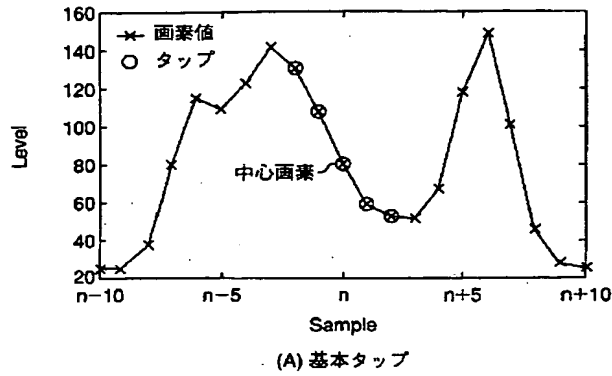
【図 8】



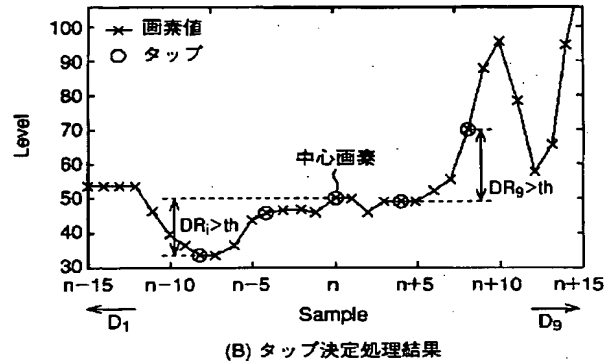
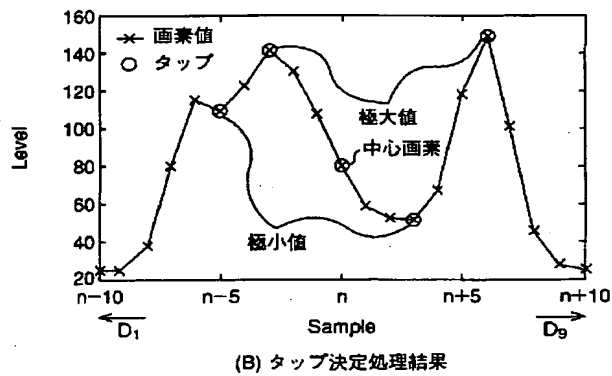
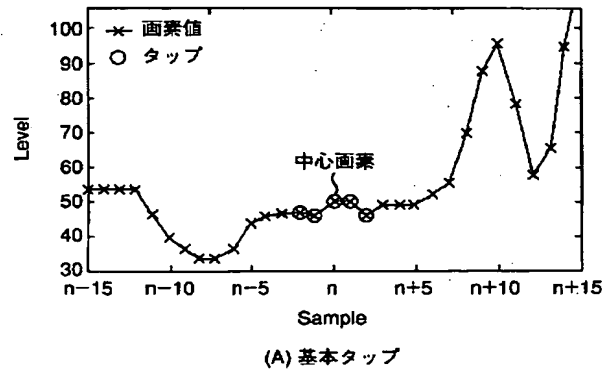
【図 13】



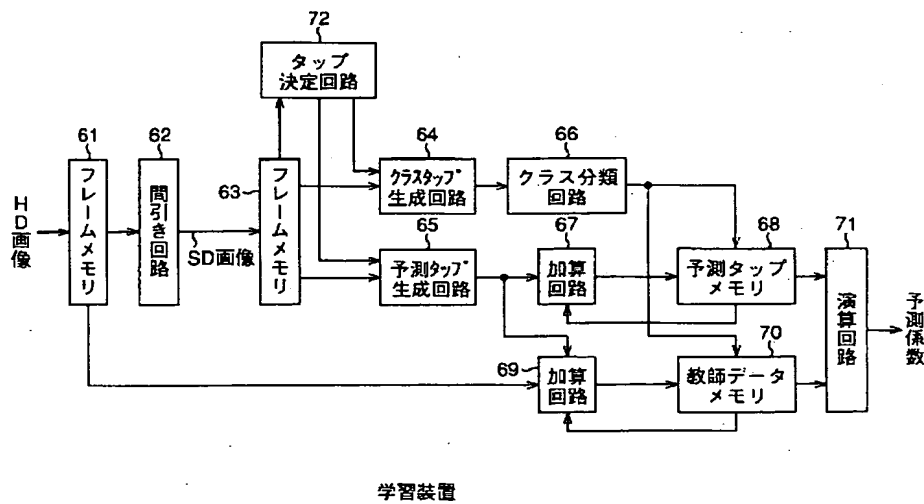
【図 7】



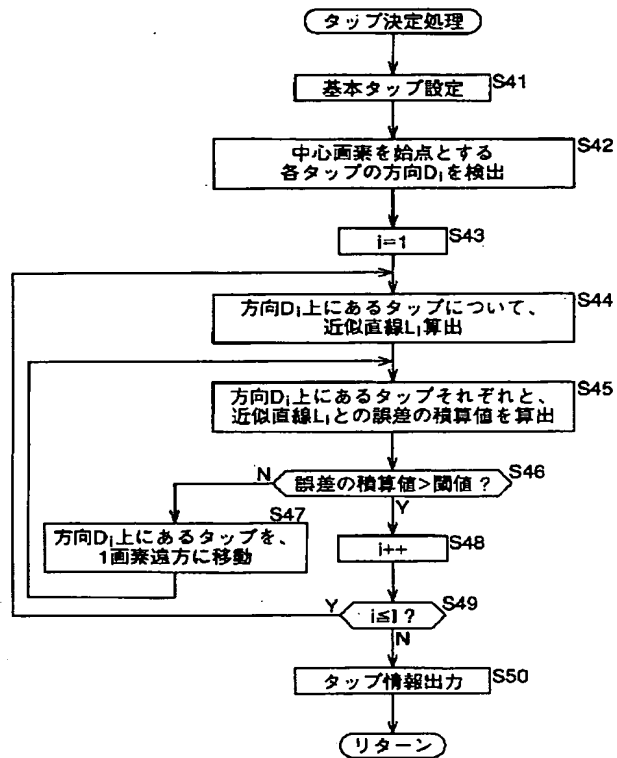
【図 9】



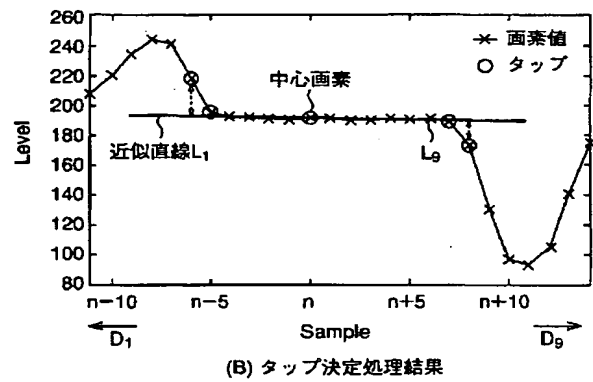
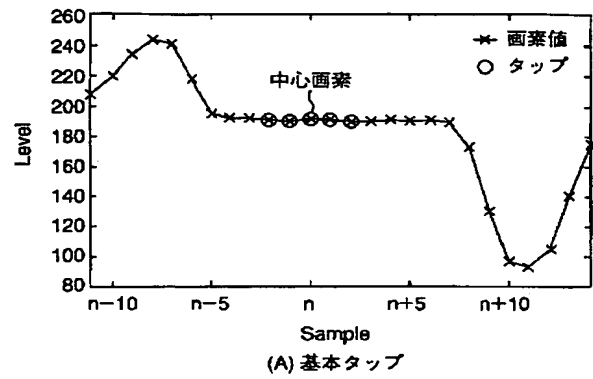
【図 12】



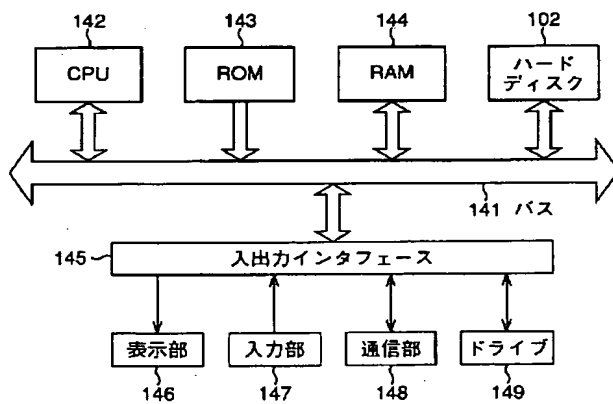
【図 10】



【図 11】

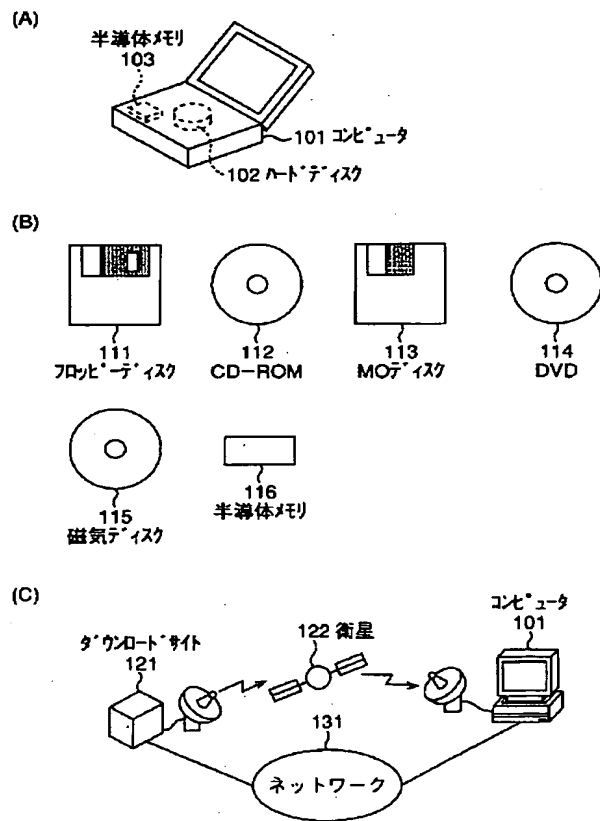


【図 15】



コンピュータ 101

【図 14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 BA28 CA19 CE09 CG03 CH08
CH11 DC07 DC09
5C021 PA53 PA56 PA66 PA67 PA72
PA76 PA79 RB00 RB05 RB08
XB07 YA01 YB04 YC08 ZA11